

# 用技巧书写燃料电池电极反应式

甘肃省临洮中学 祁美霞

**【摘要】**《高中化学选修4》第四章《电化学基础》中涉及电极反应式及电极反应方程式的书写, 电池电极反应式的书写是中学化学教学的难点, 也是高考化学的常考考点之一, 在书写时学生往往易错, 特别是燃料电池负极反应式的书写。如何才能正确而又轻松地书写出电极反应式, 关键是掌握电极反应式的书写技巧。燃料电池中发生的反应都是氧化还原反应, 根据氧化还原反应的规律、电荷守恒、原子个数守恒, 可以正确书写电极反应式。

**【关键词】**燃料电池 电极反应式 书写 技巧

燃料电池正极反应式书写相对容易, 而燃料电池负极反应物为氢气、水煤气、甲烷、丁烷、甲醇、乙醇等可燃性物质, 不同的可燃物有不同的书写方式, 要想先写出负极反应式比较困难。一般燃料电池的负极反应式都是采用间接方法书写, 第一步, 先写出燃料电池的总反应方程式; 第二步, 写出燃料电池的正极反应式; 第三步, 在电子守恒的基础上用燃料电池的总反应式减去正极反应式即得到负极反应式。以上方法适用于初学电极反应的学生, 比较费时间; 在考试中如果能快速直接书写出燃料电池电极反应, 将会给考生节省更多的时间。我结合自己的经验, 总结了一些技巧。

+1价H有两种表现形式H<sup>+</sup>和H<sub>2</sub>O, 在酸性环境中+1价H以H<sup>+</sup>的形式表现, 在中性或碱性环境中+1价H以H<sub>2</sub>O的形式表现; -2价O有四种表现形式O<sup>2-</sup>、CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>、H<sub>2</sub>O和OH<sup>-</sup>, 电解质为固体电解质(如固体氧化锆-氧化钇), 高温下可允许O<sup>2-</sup>离子在其间通过; 在熔融的碳酸盐(如LiCO<sub>3</sub>和Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>熔融盐混合物)环境中O<sub>2</sub>-+CO<sub>2</sub>=CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>; 溶液中酸性环境: 2O<sup>2-</sup>+4H<sup>+</sup>=2H<sub>2</sub>O, 溶液中中性或碱性环境: 2O<sup>2-</sup>+2H<sub>2</sub>O=4OH<sup>-</sup>。

综上所述, 在不同电解质环境中, 其电极反应式的书写形式有所不同。因此在书写电极反应式时, 要特别注意所给电解质的状态和电解质溶液的酸碱性。

**技巧写法:**以电解质为酸溶液, 燃料电池的正极反应式书写为例, 基于上面的分析, 在溶液中, O<sup>2-</sup>离子不能单独存在, -2价的O有两种存在形式: H<sub>2</sub>O和OH<sup>-</sup>; 酸性溶液, -2价的O的存在形式为H<sub>2</sub>O, 不可能为OH<sup>-</sup>。

1. 写出主要的反应物和生成物, O<sub>2</sub>→H<sub>2</sub>O; 2. 标出变价元素的化合价, 算出得失电子的数目, O<sub>2</sub>+4e<sup>-</sup>→H<sub>2</sub>O; 3. 元素守恒, 后面有H元素, 前面必然有H元素, 酸性溶液, +1价H以H<sup>+</sup>形式出现, O<sub>2</sub>+4e<sup>-</sup>+H<sup>+</sup>→H<sub>2</sub>O; 4. 平衡电荷, 生成物不带电荷, 反应物正负电荷代数和为0, O<sub>2</sub>+4e<sup>-</sup>+4H<sup>+</sup>→H<sub>2</sub>O; 5. 完整配平, 原子个数守恒, O<sub>2</sub>+4e<sup>-</sup>+4H<sup>+</sup>→2H<sub>2</sub>O。根据以上五步, 书写电极反应, 快而准。

**燃料电池负极反应式的书写。**

**技巧写法:**以甲烷燃料电池的电解质溶液为KOH溶液为例。电解质溶液为KOH, CH<sub>4</sub>反应生成的CO<sub>2</sub>会和KOH反应生成CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>。

1. 写出主要的反应物和生成物, CH<sub>4</sub>→CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>; 2. 标出变价元素的化合价, 算出得失电子的数目, CH<sub>4</sub>-8e<sup>-</sup>→CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>; 3. 元素守恒, 前面有H元素, 后面必然有H元素, 碱性溶液, +1价H以H<sub>2</sub>O形式出现, CH<sub>4</sub>-8e<sup>-</sup>→CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>+H<sub>2</sub>O; 后面有O元素, 前面必然有O元素, 碱性溶液, -2价的O以OH<sup>-</sup>形式存在, CH<sub>4</sub>-8e<sup>-</sup>+OH<sup>-</sup>→CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>+H<sub>2</sub>O; 4. 平衡电荷, 生成物带两个单位负电荷, 反应物也应该带两个单位负电荷, 减去8个单位的负电荷, 相当于带8个单位的正电荷, CH<sub>4</sub>-8e<sup>-</sup>+10OH<sup>-</sup>→CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>+H<sub>2</sub>O; 5. 完整配平, 原子个数守恒, CH<sub>4</sub>-8e<sup>-</sup>+10OH<sup>-</sup>→CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>+7H<sub>2</sub>O。根据以上五步, 书写电极反应, 快而准。

由以上技巧写出的两个电极的反应式, 在得失电子相同的情况下加起来, 即可得到总的电池反应。

**技巧法书写燃料电池电极反应式应用举例。**

1. 甲醇、氧气和强碱溶液作电解质溶液的手机电池(可

充电电池), 试回答下列问题:

(1)放电时, CH<sub>3</sub>OH参与反应的电极为\_\_\_\_极。

(2)放电时, 负极电极反应: \_\_\_\_\_。

(3)标况下, 通入11.2LO<sub>2</sub>完全反应, 转移电子\_\_\_\_mol。

(4)充电时, 电解质溶液的pH逐渐\_\_\_\_\_。

**解析:**(1)燃料电池正极通氧气, 负极通可燃性物质, CH<sub>3</sub>OH参与反应的电极为负极。(2)放电时的负极反应技巧书写: 电解质溶液为强碱, CH<sub>3</sub>OH反应生成的CO<sub>2</sub>会和强碱反应生成CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, ①写出主要的反应物和生成物, CH<sub>3</sub>OH→CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>; ②标出变价元素的化合价, 算出得失电子的数目, CH<sub>3</sub>OH-6e<sup>-</sup>→CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>; ③元素守恒, 前面有H元素, 后面必然有H元素, 碱性溶液, +1价H以H<sub>2</sub>O形式出现, CH<sub>3</sub>OH-6e<sup>-</sup>→CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>+H<sub>2</sub>O, 后面O元素多, 前面O元素少, 碱性溶液, -2价的O以OH<sup>-</sup>形式存在, CH<sub>3</sub>OH-6e<sup>-</sup>+OH<sup>-</sup>→CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>+H<sub>2</sub>O; ④平衡电荷, 生成物带两个单位负电荷, 反应物也应该带两个单位负电荷, 减去6个单位的负电荷, 相当于带6个单位的正电荷; CH<sub>3</sub>OH-6e<sup>-</sup>+8OH<sup>-</sup>→CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>+H<sub>2</sub>O; ⑤完整配平, 原子个数守恒, CH<sub>3</sub>OH-6e<sup>-</sup>+8OH<sup>-</sup>→CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>+6H<sub>2</sub>O。(3)氧气参与正极反应, 根据书写技巧写出电极反应式: ①写出主要的反应物和生成物, O<sub>2</sub>→OH<sup>-</sup>; ②标出变价元素的化合价, 算出得失电子的数目, O<sub>2</sub>+4e<sup>-</sup>→OH<sup>-</sup>; ③元素守恒, 后面有H元素, 前面必然有H元素, 碱性溶液, +1价H以H<sub>2</sub>O形式出现, O<sub>2</sub>+4e<sup>-</sup>+H<sub>2</sub>O→OH<sup>-</sup>; ④平衡电荷, 反应物带四个单位负电荷, 生成物也应该带四个单位负电荷, O<sub>2</sub>+4e<sup>-</sup>+H<sub>2</sub>O→4OH<sup>-</sup>; ⑤完整配平, 原子个数守恒, O<sub>2</sub>+4e<sup>-</sup>+2H<sub>2</sub>O→4OH<sup>-</sup>。由氧气和电子的关系计算得标况下, 通入11.2L(0.5mol)O<sub>2</sub>完全反应, 转移电子2mol。(4)在得失电子相同的情况下, 正负极反应加起来, 即得到总的电池反应, 2CH<sub>3</sub>OH+3O<sub>2</sub>+4OH<sup>-</sup>=2CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>+6H<sub>2</sub>O。电池为可充电电池, 正反应为放电反应, 则逆反应为充电反应, 充电时, 电解质溶液的pH逐渐增大。

**答案:**(1)负 (2)CH<sub>3</sub>OH-6e<sup>-</sup>+8OH<sup>-</sup>→CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>+6H<sub>2</sub>O

(3)2mol (4)增大

2. 一种直接氨燃料电池, 以KOH溶液为电解质溶液, 下列说法错误的是( )

A. 通氨气的一极为电池的正极

B. 电池总反应为4NH<sub>3</sub>+3O<sub>2</sub>=2N<sub>2</sub>+6H<sub>2</sub>O

C. 电池工作时, OH<sup>-</sup>向正极移动

D. 氨直接燃烧过程的能量转化方式与该电池不同

**解析:**A. 燃料电池正极通氧气, 负极通可燃性物质, 通氨气的一极应该为电池的负极。B. 根据技巧法书写出电池正负极反应, 负极电极反应式: ①NH<sub>3</sub>→N<sub>2</sub>, ②2NH<sub>3</sub>-6e<sup>-</sup>→N<sub>2</sub>, ③2NH<sub>3</sub>-6e<sup>-</sup>→N<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O, ④2NH<sub>3</sub>-6e<sup>-</sup>+OH<sup>-</sup>→N<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O, ⑤2NH<sub>3</sub>-6e<sup>-</sup>+6OH<sup>-</sup>→N<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O, ⑥2NH<sub>3</sub>-6e<sup>-</sup>+6OH<sup>-</sup>→N<sub>2</sub>+6H<sub>2</sub>O, 正极反应式: O<sub>2</sub>+4e<sup>-</sup>+2H<sub>2</sub>O→4OH<sup>-</sup>, 在得失电子相同的情况下, 正负极反应加起来, 即得到总的电池反应, 4NH<sub>3</sub>+3O<sub>2</sub>=2N<sub>2</sub>+6H<sub>2</sub>O。C. 电池工作时, 阴离子向负极移动。D. 燃烧电池将化学能直接转化为电能, 所以能量转化方式与燃烧的能量转化方式不同。

**答案:**B.